

INTRODUCCIÓN

El excelente libro *Manual para el proyecto de estructuras de concreto armado para edificaciones* de los Ingenieros **Enrique Arnal y Salomón Epelboim**; realizado en el año 1.984 bajo solicitud y auspicios del Ministerio del Desarrollo Urbano de la República de Venezuela; editado por la Fundación Juan José Aguerrevere, Fondo Editorial del Colegio de Ingenieros de Venezuela; y basado en la Norma de *Estructuras de concreto armado para edificios* Covenin-Mindur 1753, en la Norma para *Edificaciones antisísmicas* Covenin-Mindur 1756, en la Norma de *Acciones mínimas para el proyecto de edificaciones* Covenin-Mindur 2002, en la Norma para el *Cálculo de la acción del viento en el proyecto de edificaciones* Covenin-Mindur y en la vasta experiencia de los autores, ha sido durante muchos años referencia obligada para el diseño de estructuras de concreto armado.

El éxito de este libro fue notable, y se agotó la existencia de todas sus ediciones. Actualmente solo circulan los ejemplares que tenemos quienes pudimos adquirirlo en su oportunidad. Más allá de ser un manual, esta obra constituye un libro de texto.

Mucha de la información contenida en este manual es perecedera, puesto que está referenciada a la normativa vigente para la época. Sin embargo, contiene información invaluable de carácter teórico, además de criterios para el buen diseño, que trascienden al tiempo y a las sucesivas normas. Es por este motivo que me he dado a la tarea de digitalizar algunos capítulos que siguen –y seguirán- vigentes, para el libre acceso de aquellos colegas que lo requieran. Cabe acotar que queda a juicio del ingeniero proyectista seguir los criterios expuestos en este texto, cuando sean aplicables, puesto que no son prescriptivos.

Debido a que es un producto que fue realizado por el gobierno nacional, y cuya data es de hace 25 años, no pienso que no pueda pertenecer al dominio público, tal como hoy día ocurre con las Normas Covenin. Esta difusión pública se ha realizado sin el permiso previo para ello.

Antolín Martínez A.
Puerto Ordaz, Julio 2010

CAPÍTULO 8 – SECCIÓN 8.2

Viga en balcón circular con carga uniforme perpendicular a su plano.



ASPECTOS GENERALES.

Las vigas en balcón son estructuras relativamente complicadas en las cuales además de los momentos flectores se presentan momentos torsores que deben ser tomados en cuenta en el diseño.

TABLAS Y FORMULAS.

En este trabajo se incluyen tablas y fórmulas para vigas en balcón de planta circular y vigas y losas en balcón de planta con dos quiebres a 90° y 3 lados rectos, ambos casos con carga uniformemente repartida que es lo más frecuente.

Se tomarán en cuenta la relación de aspecto de la sección transversal de la viga y la relación de luces en el elemento con dos quiebres. En la de la planta circular se tomaron valores del ángulo al centro cada 15°.

Se dan valores de momentos flectores y momentos torsores en diversas secciones de la viga.

El cálculo de las vigas y losas en balcón se hizo por el método de las acciones.

NOTACION.

a) Vigas de Planta circular

R = radio de la escalera

β = semi-ángulo de giración de la escalera

w = carga uniforme

$$k = \frac{E I}{G J}$$

$$z = \frac{2 (k + 1) \operatorname{sen} \beta - 2 k \beta \cos \beta}{(k + 1) \beta - (k - 1) \operatorname{sen} \beta \cos \beta}$$

b) Vigas con dos quiebres.

α , β y γ = coeficientes de Momentos.



BIBLIOGRAFÍA

Ministerio de Obras Públicas

"Manual para Cálculo de Edificios"

Ed. Cooperativa en Artes Gráficas.

Caracas 1944.

Bincy Kumar Chatterjee

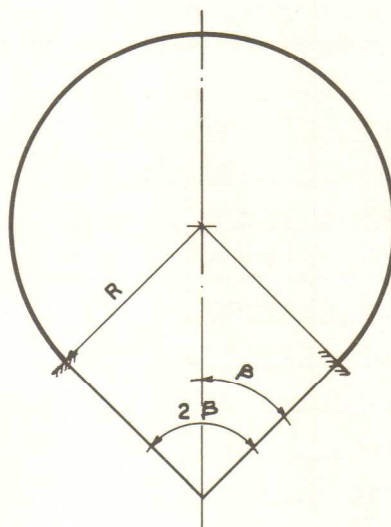
"Theory and Design of Concrete Shells"

Ed. Eduard Arnold LTD.

Londres 1971.



VIGA CIRCULAR CON CARGA UNIFORME



M FLECTOR EN EL CENTRO DEL TRAMO :

$$M_{\text{TRAMO}} = \omega R^2 (Z - 1)$$

M FLECTOR EN EL APOYO :

$$M_{\text{APOYO}} = \omega R^2 (Z \cos \beta - 1)$$

M TORSOR EN EL APOYO :

$$M_t = \omega R^2 (Z \sin \beta - \beta)$$

β EN RADIANES



TABLA N° 8.29

 $\beta = 15^\circ$

b/h	Z	Z - 1	Z cos. β	Z cos. $\beta - 1$	Z sen. β	Z sen. $\beta - \beta$
0.20	1.0101	0.0101	0.9757	- 0.0243	0.2614	- 0.0004
0.25	1.0105	0.0105	0.9761	- 0.0239	0.2615	- 0.0003
0.33	1.0108	0.0108	0.9764	- 0.0236	0.2616	- 0.0002
0.40	1.0109	0.0109	0.9765	- 0.0235	0.2616	- 0.0002
0.50	1.0111	0.0111	0.9766	- 0.0234	0.2617	- 0.0001
0.67	1.0112	0.0112	0.9767	- 0.0233	0.2617	- 0.0001
0.85	0.0112	0.0112	0.9767	- 0.0233	0.2617	- 0.0001
1.0	0.0113	0.0113	0.9768	- 0.0232	0.2617	- 0.0001
5.0	1.0112	0.0112	0.9767	- 0.0233	0.2617	- 0.0001
10.0	1.0113	0.0113	0.9768	- 0.0232	0.2617	- 0.0001

TABLA N° 8.30

 $\beta = 30^\circ$

b/h	Z	Z - 1	Z cos. β	Z cos. $\beta - 1$	Z sen. β	Z sen. $\beta - \beta$
0.20	1.0345	0.0345	0.8959	- 0.1041	0.5173	- 0.0063
0.25	1.0363	0.0363	0.8975	- 0.1025	0.5182	- 0.0054
0.33	1.0385	0.0385	0.8994	- 0.1006	0.5193	- 0.0043
0.40	1.0398	0.0398	0.9005	- 0.0995	0.5199	- 0.0037
0.50	1.0411	0.0411	0.9016	- 0.0984	0.5206	- 0.0030
0.67	1.0423	0.0423	0.9027	- 0.0973	0.5212	- 0.0024
0.85	1.0429	0.0429	0.9032	- 0.0968	0.5215	- 0.0021
1.0	1.0433	0.0433	0.9035	- 0.0965	0.5217	- 0.0019
5.0	1.0443	0.0443	0.9044	- 0.0956	0.5222	- 0.0014
10.0	1.0444	0.0444	0.9045	- 0.0955	0.5222	- 0.0014



TABLA N° 8.31

 $\beta = 45^\circ$

b/h	Z	Z - 1	Z cos. β	Z cos. $\beta - 1$	Z sen. β	Z sen. $\beta - \beta$
0.20	1.0712	0.0712	0.7575	- 0.2425	0.7575	- 0.0279
0.25	1.0740	0.0740	0.7594	- 0.2406	0.7594	- 0.0260
0.33	1.0782	0.0782	0.7624	- 0.2376	0.7624	- 0.0230
0.40	1.0810	0.0810	0.7644	- 0.2356	0.7644	- 0.0210
0.50	1.0843	0.0843	0.7667	- 0.2333	0.7667	- 0.0187
0.67	1.0880	0.0880	0.7693	- 0.2307	0.7693	- 0.0161
0.85	1.0901	0.0901	0.7708	- 0.2292	0.7708	- 0.0146
1.0	1.0915	0.0915	0.7718	- 0.2282	0.7718	- 0.0136
5.0	1.0954	0.0954	0.7746	- 0.2254	0.7746	- 0.0108
10.0	1.0957	0.0957	0.7748	- 0.2252	0.7748	- 0.0106

TABLA N° 8.32

 $\beta = 60^\circ$

b/h	Z	Z - 1	Z cos. β	Z cos. $\beta - 1$	Z sen. β	Z sen. $\beta - \beta$
0.20	1.1220	0.1220	0.5610	- 0.4390	0.9717	- 0.0755
0.25	1.1248	0.1248	0.5624	- 0.4376	0.9741	- 0.0731
0.33	1.1296	0.1296	0.5648	- 0.4352	0.9783	- 0.0689
0.40	1.1332	0.1332	0.5666	- 0.4334	0.9814	- 0.0658
0.50	1.1378	0.1378	0.5689	- 0.4311	0.9854	- 0.0618
0.67	1.1435	0.1435	0.5718	- 0.4282	0.9903	- 0.0569
0.85	1.1474	0.1474	0.5737	- 0.4263	0.9937	- 0.0535
1.0	1.1500	0.1500	0.5750	- 0.4250	0.9959	- 0.0513
5.0	1.1580	0.1580	0.5790	- 0.4210	1.0029	- 0.0443
10.0	1.1587	0.1587	0.5794	- 0.4206	1.0035	- 0.0437



TABLA N° 8.33

 $\beta = 75^\circ$

b/h	Z	Z - 1	Z cos. β	Z cos. $\beta - 1$	Z sen. β	Z sen. $\beta - \beta$
0.20	0.1888	0.1888	0.3077	- 0.6923	1.1483	- 0.1607
0.25	1.1908	0.1908	0.3082	- 0.6918	1.1502	- 0.1588
0.33	1.1943	0.1943	0.3091	- 0.6909	1.1536	- 0.1554
0.40	1.1970	0.1970	0.3098	- 0.6902	1.1562	- 0.1528
0.50	1.2009	0.2009	0.3108	- 0.6892	1.1600	- 0.1490
0.67	1.2061	0.2061	0.3122	- 0.6878	1.1650	- 0.1440
0.85	1.2098	0.2098	0.3131	- 0.6869	1.1686	- 0.1404
1.0	1.2126	0.2126	0.3138	- 0.6862	1.1713	- 0.1377
5.0	1.2219	0.2219	0.3163	- 0.6837	1.1803	- 0.1287
10.0	1.2227	0.2227	0.3165	- 0.6835	1.1810	- 0.1280

TABLA N° 8.34

 $\beta = 90^\circ$

b/h	Z	Z - 1	Z cos. β	Z cos. $\beta - 1$	Z sen. β	Z sen. $\beta - \beta$
0.20 a 10.0	1.2732	0.2732	0	-1	1.2752	0.4878



TABLA N° 8.35

 $\beta = 105^\circ$

b/h	Z	Z - 1	Z cos. β	Z cos. $\beta - 1$	Z sen. β	Z sen. $\beta - \beta$
0.20	1.3761	0.3761	- 0.3562	- 1.3562	1.3292	- 0.5043
0.25	1.3728	0.3728	- 0.3553	- 1.3553	1.3260	- 0.5066
0.33	1.3666	0.3666	- 0.3537	- 1.3537	1.3200	- 0.5126
0.40	1.3614	0.3614	- 0.3524	- 1.3524	1.3150	- 0.5176
0.50	1.3536	0.3536	- 0.3503	- 1.3503	1.3075	- 0.5251
0.67	1.3421	0.3421	- 0.3474	- 1.3474	1.2964	- 0.5362
0.85	1.3329	0.3329	- 0.3450	- 1.3450	1.2875	- 0.5451
1.0	1.3257	0.3257	- 0.3431	- 1.3431	1.2805	- 0.5521
5.0	1.2974	0.2974	- 0.3358	- 1.3358	1.2532	- 0.5794
10.0	1.2934	0.2934	- 0.3350	- 1.3350	1.2502	- 0.5824

TABLA N° 8.36

 $\beta = 120^\circ$

b/h	Z	Z - 1	Z cos. β	Z cos. $\beta - 1$	Z sen. β	Z sen. $\beta - \beta$
0.20	1.4963	0.4963	- 0.7481	- 1.7482	1.2958	- 0.7986
0.25	1.4877	0.4877	- 0.7438	- 1.7439	1.2884	- 0.8060
0.33	1.4719	0.4719	- 0.7359	- 1.7360	1.2747	- 0.8197
0.40	1.4584	0.4584	- 0.7292	- 1.7292	1.2630	- 0.8314
0.50	1.4380	0.4380	- 0.7190	- 1.7190	1.2453	- 0.8491
0.67	1.4074	0.4074	- 0.7037	- 1.7037	1.2188	- 0.8756
0.85	1.4129	0.4129	- 0.7064	- 1.7065	1.2236	- 0.8708
1.0	1.3626	0.3626	- 0.6813	- 1.6813	1.1800	- 0.9143
5.0	1.2823	0.2823	- 0.6411	- 1.6412	1.1505	- 0.9839
10.0	1.2733	0.2733	- 0.6366	- 1.6367	1.1027	- 0.9917



TABLA N° 8.37

 $\beta = 135^\circ$

b/h	Z	Z - 1	Z cos. β	Z cos. $\beta - 1$	Z sen. β	Z sen. $\beta - \beta$
0.20	1.6284	0.6284	- 1.1515	- 2.1515	1.1515	- 1.2047
0.25	1.6122	0.6122	- 1.1400	- 2.1400	1.1400	- 1.2162
0.33	1.5822	0.5822	- 1.1188	- 2.1188	1.1188	- 1.2374
0.40	1.5568	0.5568	- 1.1008	- 2.1008	1.1008	- 1.2554
0.50	1.5181	0.5181	- 1.0735	- 2.0735	1.0735	- 1.2827
0.67	1.4601	0.4601	- 1.0324	- 2.0324	1.0324	- 1.3237
0.85	1.4129	0.4129	- 0.9991	- 1.9991	0.9991	- 1.3571
1.0	1.3751	0.3751	- 0.9723	- 1.9723	0.9723	- 1.3839
5.0	1.2222	0.2222	- 0.8642	- 1.8642	0.8642	- 1.4920
10.	1.2048	0.2048	- 0.8519	- 1.8519	0.8519	- 1.5043

TABLA N° 8.38

 $\beta = 150^\circ$

b/h	Z	Z - 1	Z cos. β	Z cos. $\beta - 1$	Z sen. β	Z sen. $\beta - \beta$
0.20	1.7587	0.7587	- 1.5231	- 2.5231	0.8794	- 1.7386
0.25	1.7324	0.7321	- 1.5000	- 2.5000	0.8661	- 1.7519
0.33	1.6830	0.6830	- 1.4575	- 2.4575	0.8415	- 1.7765
0.40	1.6417	0.6417	- 1.4218	- 2.4218	0.8209	- 1.7971
1.50	1.5792	0.5792	- 1.3676	- 2.3676	0.7896	- 1.8284
0.67	1.4865	0.4865	- 1.2873	- 2.2873	0.7433	- 1.8747
0.85	1.4120	0.4120	- 1.2228	- 2.2228	0.7060	- 1.9120
1.0	1.3528	0.3528	- 1.1716	- 2.1716	0.6764	- 1.9416
5.0	1.1183	0.1183	- 1.9685	- 1.9685	0.5592	- 2.0588
10.0	1.0924	0.0924	- 0.9460	- 1.9460	0.5462	- 2.0718



TABLA N° 8.39

 $\beta = 165^\circ$

b/h	Z	Z - 1	Z cos. β	Z cos. $\beta - 1$	Z sen. β	Z sen. $\beta - \beta$
0.20	1.8600	0.8600	- 1.7966	- 2.7966	0.4814	- 2.3984
0.25	1.8206	0.8206	- 1.7586	- 2.7586	0.4712	- 2.4086
0.33	1.7484	0.7484	- 1.6888	- 2.6888	0.4525	- 2.4273
0.40	1.6882	0.6882	- 1.6307	- 2.6307	0.4369	- 2.4429
0.50	1.5985	0.5985	- 1.5440	- 2.5440	0.4137	- 2.4661
0.67	1.4682	0.4682	- 1.4182	- 2.4182	0.3800	- 2.4998
0.85	1.3654	0.3654	- 1.3189	- 2.3189	0.3534	- 2.5264
1.0	1.2851	0.2851	- 1.2413	- 2.2413	0.3326	- 2.5472
5.0	0.9779	- 0.0221	- 0.9446	- 1.9446	0.2531	- 2.6267
10.0	0.9450	- 0.0550	- 0.9128	- 1.9128	0.2446	- 2.6352

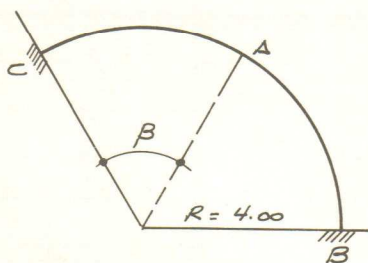
TABLA N° 8.40

 $\beta = 180^\circ$

b/h	Z	Z - 1	Z cos. β	Z cos. $\beta - 1$	Z sen. β	Z sen. $\beta - \beta$
0.20	1.8880	0.8880	- 1.8880	- 2.8880	0.0000	- 3.1416
0.25	1.8354	0.8354	- 1.8354	- 2.8354	0.0000	- 3.1416
0.33	1.7403	0.7403	- 1.7403	- 2.7403	0.0000	- 3.1416
0.40	1.6622	0.6622	- 1.6622	- 2.6622	0.0000	- 3.1416
0.50	1.5475	0.5475	- 1.5475	- 2.5475	0.0000	- 3.1416
0.67	1.3846	0.3846	- 1.3846	- 2.3846	0.0000	- 3.1416
0.85	1.2593	0.2593	- 1.2593	- 2.2593	0.0000	- 3.1416
1.00	1.1632	0.1632	- 1.1632	- 2.1632	0.0000	- 3.1416
5.0	0.8095	- 0.1905	- 0.8095	- 1.8095	0.0000	- 3.1416
10.0	0.7730	- 0.2270	- 0.7730	- 1.7730	0.0000	- 3.1416



VIGA EN BALCON CIRCULAR CON CARGA UNIFORME



DATOS :

LA VIGA EN BALCON GIRA UN
ANGULO DE 120° POR TANTO

$$\beta = 60^\circ$$

$$b = 30 \text{ cm.} \quad h = 60 \text{ cm.}$$

$$R = 4.00 \text{ mts.}$$

$$w = 8000 \text{ K/m.}$$

SE DESEA CALCULAR MOMENTOS FLECTORES EN EL
CENTRO DEL TRAMO (PUNTO A) Y EN LOS APOYOS
(PUNTOS B Y C) Y MOMENTO TORSOR EN LOS
APOYOS.

1) SE CALCULA LA RELACION b/h

$$b/h = \frac{30}{60} = 0.50$$

2) SE IDENTIFICA LA TABLA CORRESPONDIENTE
a $\beta = 60^\circ$

3) EN ESTA TABLA, CON EL VALOR $b/h = 0.50$
SE OBTIENEN LOS VALORES NECESARIOS
PARA EL CALCULO QUE SON LOS SIGUIENTES :

$$Z - I = 0.1378$$

$$Z \cos. \beta - I = -0.4311$$

$$Z \sin. \beta - \beta = -0.0618$$



4) SE CALCULAN LOS VALORES DE LOS MOMENTOS POR LAS EXPRESIONES SIGUIENTES:

$$\begin{aligned}M_{\text{FLECTOR TRAMO}} &= w R^2 (z-1) \\&= 3000 \times 4^2 \times 0.1378 = 6614 \text{ K-mt.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_{\text{FLECTOR APOYO}} &= w R^2 (z \cos \beta - 1) \\&= -3000 \times 4^2 \times 0.4311 = 20692 \text{ K-mt.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_{\text{TORSOR APOYO}} &= w R^2 (z \sin \beta - \beta) \\&= -3000 \times 4^2 \times 0.0618 = 2966 \text{ K-mt.}\end{aligned}$$